

Family list

4 family members for:

JP63159837

Derived from 2 applications.

1 ILLUMINATOR

Publication Info: JP2034101C C - 1996-05-23

JP7086647B B - 1995-09-20

JP63159837 A - 1988-07-02

2 Illumination device using a laser

Publication Info: US4851978 A - 1989-07-25

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2005 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

02542937 "Image available"

ILLUMINATOR

PUB. NO.: 63-159837 [JP 63159837 A]

PUBLISHED: July 02, 1988 (19880702)

INVENTOR(S): ICHIHARA YUTAKA

APPLICANT(s): NIKON CORP [000411] (A Japanese Company or Corporation), JP
(Japan)

APPL. NO.: 61-306360 [JP 86306360]

FILED: December 24, 1986 (19861224)

INTL CLASS: [4] G03B-027/54; G03B-027/32; G03F-007/20; H01L-021/30;
H01S-003/101

**JAFIO CLASS: 29.1 (PRECISION INSTRUMENTS -- Photography & Cinematography);
42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components)**

JAPIO KEYWORD:R002 (LASERS)

JOURNAL: Section: P, Section No. 784, Vol. 12, No. 427, Pg. 125,
November 11, 1988 (19881111)

ABSTRACT

PURPOSE: To satisfactorily reduce a speckle, while securing the uniformity of an illumination, by determining the arrangement and constitution of a lens element constituting a fly-eye lens.

CONSTITUTION: As for a laser beam LB from a light source 10, an optimum exposure quantity is taken into consideration and an exposure quantity per one pulse is set, and the light quantity adjustment is executed by a light-reducing filter 24. Subsequently, the light LB is made incident on a vibrating mirror 16 through lenses 12, 14, and the mirror 16 vibrates at a prescribed angle, and vibrates the light LB. Subsequently, the light LB passes through a collimator lens 26 and a fly-eye lens 28, and on a reticle R, the laser beam becomes a uniform light quantity distribution. Also, the number of spots of a secondary light source Q and its distribution width, the number of arranged lens elements of the fly-eye lens 28 and its

interval are set to set values. In such a way, it does not occur that the
light LB transmitted through each lens element respectively interferes and
generates a speckle.

?

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-159837

⑬ Int.Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和63年(1988)7月2日

G 03 B 27/54
27/32
G 03 F 7/20
H 01 L 21/30
H 01 S 3/101

3 1 1

Z-7610-2H
F-7610-2H
7124-2H
S-7376-5F
7630-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑮ 発明の名称 照明装置

⑯ 特 願 昭61-306350

⑰ 出 願 昭61(1986)12月24日

⑱ 発 明 者 市 原 裕 東京都品川区西大井1丁目6番3号 日本光学工業株式会社
大井製作所内

⑲ 出 願 人 日本光学工業株式会社 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

⑳ 代 理 人 弁理士 佐藤 正年

明 細 書

1. 発明の名称

照明装置

2. 特許請求の範囲

パルスレーザを光源とし、これから出力された波長 λ のレーザ光を、振れ角 θ の振動ミラーによって振動させることによりスポット径 N の二次光斑を形成し、このレーザ光を、間隔 d の複数のレンズ素子を介して照明対象に照射する照明装置において、

前記複数のレンズ素子のうち、少なくとも空間的可干渉領域に含まれるレンズ素子の所定の配列方向の間隔 M 、適当な距離 m に対して、

$$d = m (\lambda / \theta)$$

$$N (\lambda / \theta) > M d$$

を満足するように構成するとともに、

この条件を満たすパルス波のレーザ光の全光量が発光素子の必要光量となるように、前記パルスレーザの照射対象に対する光量を調整する光量調整手段を備えたことを特徴とする照明装置。

3. 発明の詳細な説明

【産業上の利用分野】

この発明は、レーザを光源とする照明装置にかかわるものであり、特に、集積回路の製造に用いられる露光装置などに好適な照明装置に関するものである。

【従来の技術】

従来、集積回路の製造に使用されている露光装置の光源としては、主として超高圧水銀ランプが用いられてきた。

しかし最近では、集積回路の集積度が増々向上しており、従来以上の輝度密度が要求されるに至っている。

このため、上述した超高圧水銀ランプに代って、エキシマレーザ等の短波長高出力レーザが露光用光源として用いられ始めている。

ところが、特にインクジェクションロッキングを用いたレーザなどの波長経が短いレーザを用いると、干渉によりスペckルが発生し、位相パターン形成の妨げとなる。

特開昭63-159837(2)

従来、このようなスペツクルの発生を防ぐため、第2図に示すような照明装置が使用されている。

第2図において、レーザ光源10から出力されたレーザ光11は、レンズ12、14を各々透過して、偏凹ミラーないし振動ミラー16に入射し、ここで曲折されてレンズ18を透過し、位置PAにスポットを形成する。

更にレーザ光11は、コンデンサレンズ20によって集光されて、レチクルRに入射し、これを透過して、例えば両側テレセントリックな投影光学系22に入射する。

この投影光学系22は、前群投影レンズ22Aと、後群投影レンズ22Bとを有しており、これらを透過したレーザ光11は、ウエハWに入射される。これによって、レチクルR上の回路パターンがウエハW上に露光投影されることとなる。

以上のような装置について、更に説明すると、レーザ光11は、レンズ12、14によって、位

位置22Pに結像することとしている。

ところが、この位置22Pの光は、振動ミラー16を振動させても、一般的にはインコヒーレントとはならず、互いに干渉してウエハW上にスペツクルが発生することとなる。

この発明は、以上のような問題点を解決し、光源がレーザ光であっても、均一で、かつ、スペツクルを生じない照明装置を提供することを、その目的とするものである。

〔問題点を解決するための手段〕

本発明は、パルスレーザのレーザビームを振ることによって形成される二次光源の強度分布（ないし光源像の大きさ）、および、複数のレンズ素子の少なくとも空間的可干渉領域に含まれるレンズ素子配列構成を、レーザ光の波長および照明対象に対する必要照明量を考慮して定めることにより、上記問題点を解決しようとするものである。

すなわち、この発明は、パルスレーザの波長 λ 、振れ角 θ 、の振動ミラーによって形成される二次光源のスポット数 $N \times N'$ （2次元配列とし

が広げられたもの、振動ミラー16に入射するが、露光中この振動ミラー16を振ることによって、位置PAに広がった二次光源が形成される。

この二次光源の像は、さらにコンデンサレンズ20と、投影光学系22中の前群投影レンズ22Aとによって、投影光学系22中の位置22Pに結像される。

以上のような二次光源の各集光点からの光は、インコヒーレントとみなすことができるので、ウエハW上にはスペツクルは発生しない。

〔発明が解決しようとする問題点〕

しかしながら、以上のような照明装置では、レチクルR及びウエハW上の光強度分布が均一とならず、ガウス分布ないしそれに近似する分布となる。

そこで、通常かかる光強度分布の均一性を確保するため、位置PAの二次光源とコンデンサレンズ20との間に、コリメータレンズとフライアイレンズ（図示せず）とを各々挿入し、このフライアイレンズによる光源像群を投影光学系22の照

て）複数のレンズ素子の間隔 d 、これらのレンズ素子のうち、少なくとも空間的可干渉領域に含まれるレンズ素子の一次元方向の配列個数 M 、適当な整数 m に対して、

$$d = m (\lambda / \theta) \quad (1)$$

$$M (\lambda / \theta) > M d \quad (2)$$

となるように各部分を構成するとともに、これらの条件を満たすパルス波のレーザ光の全光量が照明対象の必要光量となるように、前述パルスレーザの照明対象に対する光量を調整する光量調整手段を備えたことを技術的要点とするものである。

〔作用〕

この発明によれば、少なくとも空間的可干渉領域に含まれるレンズ素子が、二次光源の強度分布のフーリエ変換が零となる位置に配列されるため、フッン・シッターツェルニケ（Van Cittert-Zernike）の定理によりこれらのレンズ素子を透過するレーザ光間で干渉が実質上生じない。

また、全体としての照明光量が、光量調整手段によって調整され、照明対象には、必要な量の照

特開昭63-159837(3)

明光が送られる。

【実施例】

以下、本発明の実施例を、図付図面を参照しながら詳細に説明する。なお、上述した従来技術と同様の部分には、同一の符号を用いることとする。

第1図には、この発明にかかる照明装置の一実施例が示されている。この図において、上述したレーザ光源10から出力されるパルスレーザ光LBは、透光フィルタ24、レンズ12、14を各々通過して、振動ミラー16に入射するようになっている。

次に、この振動ミラー16によって光軸が曲折されたレーザ光LBは、レンズ18を通過してコリメータレンズ26に入射するようになっている。これによって平行光変換されたレーザ光LBは、複数のレンズ素子を有するフライアイレンズ28に入射するようになっている。

更に、このフライアイレンズ28を通過したレーザ光LBは、上述したようにコンデンサレン

鏡Qが形成される。

そこで、フライアイレンズ28から二次光線Qを見たときの該二次光線Qの強度分布と、そのフーリエ変換とを示すと、第3図および第4図のようになる。

第3図には、二次光線Qの強度分布が各々示されており、第4図には、それらのフーリエ変換が各々示されている。

なお、これらの図の例は、いずれも一次元モデルであるが、これらを二次元に拡張することは容易である。

第3図および第4図中、(A)は、二次光線Qの強度分布が一様な分布を有する場合、(B)ないし(E)は、二次光線Qの強度分布が周期的に分布している場合で、例えばパルスレーザをレーザ光源として用いた場合には、このような分布となる。なお、第3図において、「 θ_0 」は、二次光線Qの分布幅を振動ミラー16の振れ角で表わしたものである。尚、第3図(B)～(E)に示した矢印の夫々はパルスレーザの発生を意味

ズ20によって発生され、これによって、レチクルRの図形パターンの露光投影が、投影光系22によってウエハWに行なわれるようになっている。

一般的には、以上のような光学系では、上述したようにスペckルを生じるが、レーザ光LBの露光パルス数および振動ミラー16の振れ角によって定められる二次光線Qの強度分布と、フライアイレンズ28を構成するレンズ素子の配列構成との関係を適宜に調整制御することにより、スペckルを低減するとともに、光量分布の均一化を図ることが出来る。

以下、この実施例における上記条件について、詳細に説明する。

一般に、ファン・シッターツェルニケ(Van Cittert-Zernike)の定理によれば、2点間における光の干渉性の程度を表わす複素コヒーレンス係数は、光線の強度分布のフーリエ変換で表される。

ところで、上記実施例では、位置PAに二次光

線、振れ角 θ_0 の範囲で最後には発生すべきパルスを省略する必要がある。

これらのうち、第4図(B)ないし(E)を参照すると明らかなように、N個の等間隔(θ_0/N)な二次光線スポットに対し、フーリエ面(すなわちフライアイレンズ面では、同じく等間隔(λ/θ_0)でN-1個の零点がある。なお、「 λ 」は、レーザ光LBの波長である。

かかる零点の位置では、上述したファン・シッターツェルニケの定理により、複素コヒーレンス係数は「0」となる。

従って、二次光線Qのスポット位Nに対し、同数個以下、すなわちN個以下の個数のレンズを、かかる間隔 d (λ/θ_0)で配列するようにすれば、これらの各レンズを通過したレーザ光LBは、互いに干渉しなくなる。

なお、逆に、フライアイレンズ28を構成する各レンズ素子の間隔dが狭くなるときは、これに応じた振れ角度 θ_0 で入射レーザ光LBを振動させるようにすればよい。

特開昭63-159837(4)

まとめると、レーザ光LBの波長を λ 、振動ミラー18の傾れ角を θ_0 、フライアイレンズ28の構成レンズ素子の間隔を一次元方向に d とすると、

$$d = \lambda / \theta_0 \dots \dots \dots (1)$$

の関係が満たされたときに、スペックルの生じない均一な照明を行うことができる。

なお、第5図を参照しながら説明するように、上述した(1)式は、適宜の整数 m に対して、

$$d = m (\lambda / \theta_0) \dots \dots \dots (2)$$

に拡張して考えることができる。

第5図(A)には、二次光源Qのスポット数 N が4の場合の強度分布が示されており、同図(B)には、スポット数 N が12の場合が示されている。これらのフーリエ変換は、同図(C)および(D)に各々示されている。

これらの図から明らかなように、フーリエ図における零点位置の間隔は異なるものの、間隔 d ではいずれも零点となる。

ここで、同図(A)における振動ミラー18の

従って、振動ミラー18の傾れ角の振幅(最大値)は、

$$\frac{N-1}{N} \theta_0 = \frac{N-1}{N} \frac{\lambda}{d} \dots \dots \dots (7)$$

で表わされることとなる。

また、二次光源Qのスポット間隔に対応した振動ミラー18の傾角は、

$$\theta_0 / N < \lambda / m \cdot d \dots \dots \dots (8)$$

の関係となる。

次に、最終的な振動ミラー18の傾角は、レンズ18とコリメータレンズ28との倍率によって補正する。

すなわち、レンズ18と、コリメータレンズ28の焦点距離が、各々 f_a 、 f_b であるとする、振動ミラー18の傾角が、フライアイレンズ28の入射光線の傾れ角の f_b / f_a 倍となるようにすればよい。

以上のように、レーザ光LBの波長 λ に対し、二次光源のスポット数および分布幅、フライアイ

傾れ角を θ_0 とし、同図(B)の傾れ角を θ_{00} とすると、

$$d = \lambda / \theta_{00} = 3 \lambda / \theta_0$$

となる。従って、一般的には、適宜の整数 m に対して(2)式が成り立つ。

次に、以上のようなレーザ光LBが互いに干渉しない条件について、更に詳細に説明する。

上述した間隔 d のフライアイレンズ28の各構成レンズの配列個数を所定の配列方向で M とすると、

$$M (\lambda / \theta_0) > M \cdot d \dots \dots \dots (3)$$

を満たすようにしてやれば良い。

これらの(2)、(3)式を各々おすと、

$$\theta_0 = (m \cdot \lambda) / d \dots \dots \dots (4)$$

となり、また、

$$(\theta_0 / N) < \frac{\lambda}{M \cdot d} = \theta_0 / m \cdot M \dots \dots \dots (5)$$

$$M > m \cdot M \dots \dots \dots (6)$$

となる。

レンズ28のレンズ素子の配列個数および素子間隔を、各々決定することにより、良好にレーザ光LBのスペックルを基本的には除去することができる。

しかしながら、実際の露光作業では、露光パルス数、すなわち二次光源Qのスポット数 N を任意に選ぶことはできない、というのは、露光パルス数 E は、ウエハW上に形成されたレジスト層の感光の程度との兼ね合いで定められ、最適露光量によって決定されるからである。

今、最適露光量を I_0 、レーザ光LBの1パルス当りの露光量を I_p とすると、露光パルス数 E は I_0 / I_p となる。

これが、上述した二次光源Qのスポット数 N の整数倍と一致しなければならぬ。すなわち、かかる整数を n とすると、

$$E = n N = I_0 / I_p \dots \dots \dots (9)$$

となることが必要である。

一方、露光装置用のフライアイレンズ28は、二次元状の平面パターン of 投影露光を行うため、

特開昭63-159837(5)

通常直行方向に、全体で $N_x \times N_y$ 個のレンズ素子が等間隔に並べられている。すなわち、直行するX方向に N_x 個、Y方向に N_y 個のレンズ素子が各々配列されており、通常は $N_x = N_y$ である。

このような場合の露光パルス数 E は、上述した(6)式の条件から、 $N_x \times N_y$ より大きくなければならない。

すなわち、

$$I_0/I_p > N_x N_y \quad \dots \dots \dots (10)$$

の条件を満たす必要がある。

例えば、 $N_x = N_y = 10$ の場合、露光パルス数は、100以上でなければならない。

従って、この条件を満たすため、まず、レーザ光LB1パルス当りの露光量 I_p があらかじめ測定される。そして、その条件を満たさない場合には、減光フィルタ24の挿入あるいはレーザ光源10の電源(図示せず)の調整により、1パルス当りの露光量 I_p を低減して上記条件を満たすようにする。

更に、フライアイレンズ28の配列方向に対応

以上のようにして、各構成部分の条件が定められる。

次に、上記実施例の作用について説明する。レーザ光源10から出力されるレーザ光LBは、上述したように、最適露光量 I_0 が考慮されて、1パルス当りの露光量 I_p が設定され、減光フィルタ24によって光量調節が行われる。

次に、かかるレーザ光LBは、レンズ12、14によって、そのビーム径が拡大され、振動ミラー18に入射する。この振動ミラー18は、上述した(1)ないし(3)式に示す条件を満たすように定められた振れ角 θ で振動し、レーザ光LBが振られることとなる。

このレーザ光LBは、コリメータレンズ26、フライアイレンズ28を通過するため、レチクルR上では、レーザ光が均一に光量分布することとなる。

また、二次光源Qのスポット数とその分布幅、フライアイレンズ28のレンズ素子配列個数とその間隔とが、上述したように設定されているの

した二次光源スポット数を $S_x \times S_y$ とすると、 I_0/I_p は $S_x \times S_y$ の整数値であって、かつ、 N_x 、 N_y を整数として、

$$S_x > N_x N_y \quad \dots \dots \dots (11)$$

$$S_y > N_x N_y \quad \dots \dots \dots (12)$$

でなければならない。

通常 $N_x = N_y$ であるから、 $(I_0/I_p)^{1/2}$ に最も近く、かつ、 N_x より大きい値を、二次光源Qのスポット数 S_x とする。

また、

$$S_x (S_y - 1) < I_0/I_p \leq S_x S_y \quad \dots \dots (13)$$

を満たす S_y を求める。

さらに、

$$I_0/I_p \leq S_x S_y \quad \dots \dots \dots (14)$$

であるので、

$$I_0/I_p = S_x S_y \quad \dots \dots \dots (15)$$

となるように前述と同様な手段で I_p を減らす。

これらの計算の番題となる I_p (及び I_0)は、これらの露光以前の1回以上の露光時に I_p をモニターし、その値から算出したものを用いる。

で、フライアイレンズ28を構成する各レンズ素子を各々通過したレーザ光LBが干渉してスペクトルが発生するという不都合も生じない。

なお、本発明は何ら上記実施例に限定されるものではなく、例えば、フライアイレンズのレンズ素子の二次元配列個数は、直行する方向で一致する必要はなく、異なっていてもよい。

また、実際には、レーザ光源(例えばエキシマレーザ)の可干渉性(空間的コヒーレンス度)は、上述した数式が適用されるほど良好ではない。すなわち、フライアイレンズ全体を通過する光が干渉するのではなく、あるレンズ素子を通過したレーザ光と干渉するのは、そのレンズ素子近傍の数個のレンズ素子を通過したレーザ光のみである。

従って、上述した実施例においてフライアイレンズを構成するすべてのレンズ素子個数を示す $N_x \times N_y$ のかわりに、フライアイレンズ面での空間的可干渉領域に含まれるレンズ素子の個数を用いるようにしても、実用的には、充分な効果を得

特開昭63-159837(θ)

ることができる。

具体的には、空間的な可干渉距離を δ とすると、フライアイレンズの構成レンズ素子の間隔 d に対して、 d/δ よりも大きい数のうち、最も小さい整数を、上記 $M_x \times M_y$ のかわりに適用すればよい。

更に、上記実施例は、露光装置に適用した場合であるが、その他の装置に対しても本発明は適用されるものである。

〔発明の効益〕

以上のように本発明によれば、光源であるパルスレーザの波長に対し、照明対象の必要照明量を考慮しつつ、レーザ光の振動によって形成される二次光線の強度分布、フライアイレンズを構成するレンズ素子の配置構成、特に少なくとも空間的可干渉領域に含まれるレンズ素子の配置構成を定めることとしたので、照明の均一性を確保しつつ良好にスペックルの低減を図ることができるという効果がある。

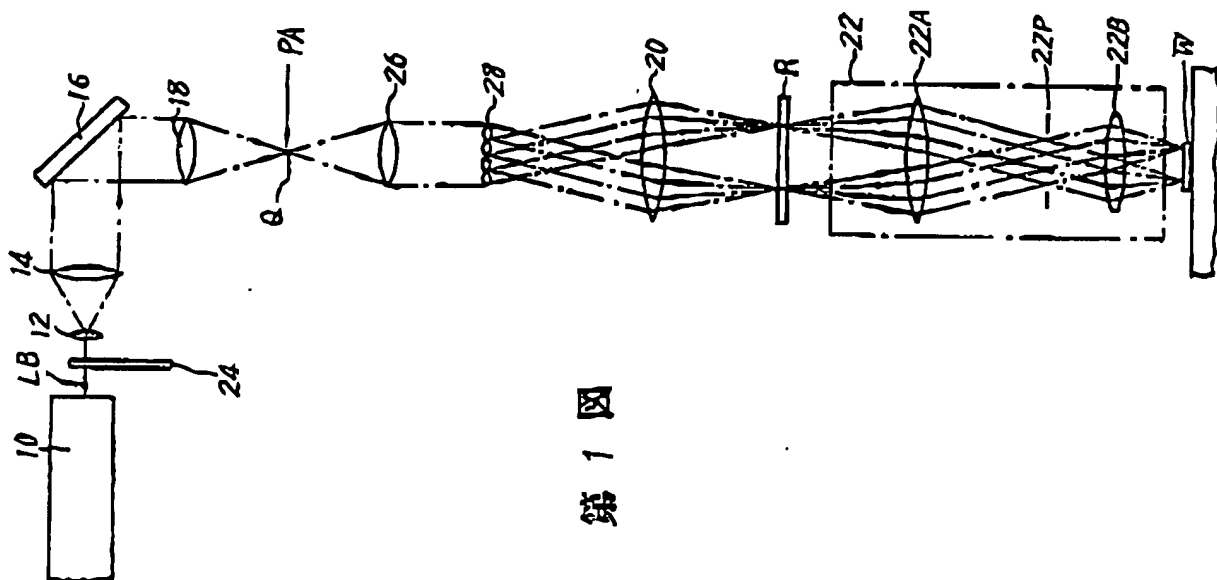
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を示す構成説明図、第2図は従来装置の一例を示す構成説明図、第3図は二次光線の強度分布を示す線図、第4図は第3図の強度分布に対応するフーリエ変換の関係を示す線図、第5図は(2)式を説明するための線図である。

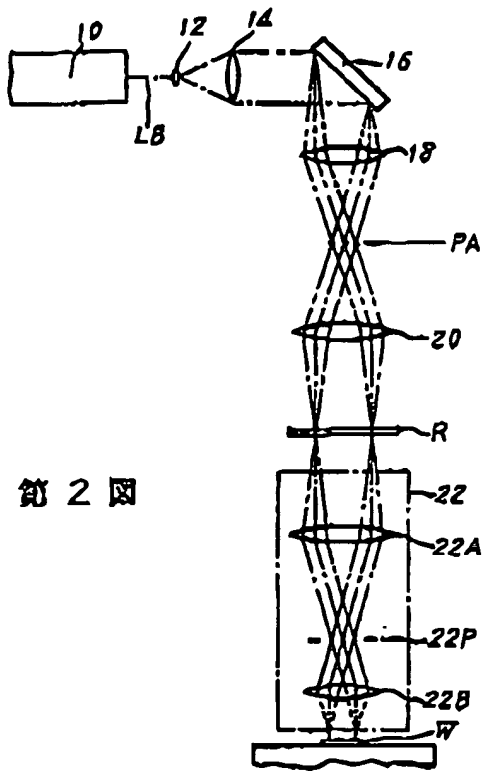
〔主要部分の符号の説明〕

10…レーザ光源、16…振動ミラー、20…コンデンサレンズ、22…投影光学系、24…減光フィルタ、26…コリメータレンズ、28…フライアイレンズ、Q…二次光源、R…レチクル、W…ウェハ。

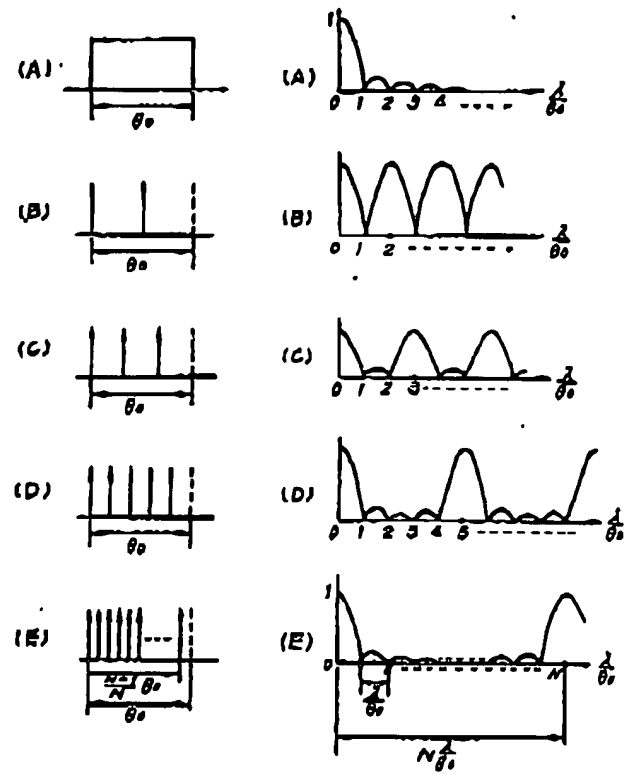
代理人 弁理士 佐藤 正年



第1図

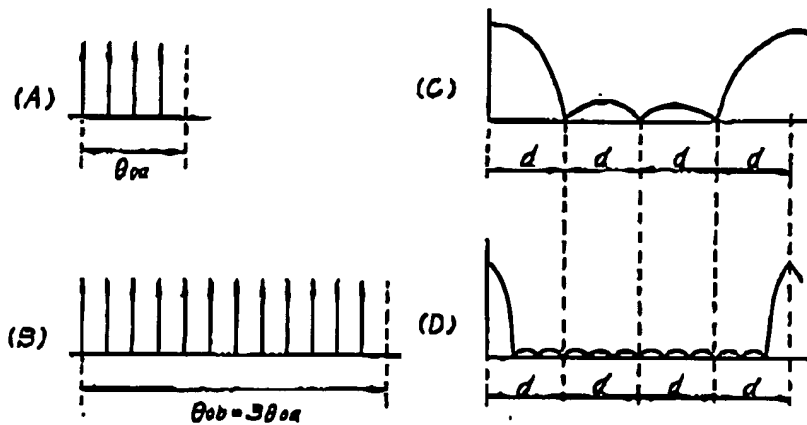


第 2 図



第 3 図

第 4 図



第 5 図

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.